

## PEMANASAN GLOBAL DAN HUBUNGANNYA DENGAN SIKLON TROPIS OBSERVASI RADAR PRESIPITASI SATELIT TRMM

Arief Suryantoro,

Pusat Pemanfaatan Sains Atmosfer dan Iklim-LAPAN,  
Jl.Dr.Junjunan 133, Bandung, 40173 Telp. (022)6037445, 6012602; Fax. (022)6037443  
e\_mail : [ariefs\\_40215@yahoo.com](mailto:ariefs_40215@yahoo.com); ariefsurya@bdg.lapan.go.id

### ABSTRACT

Global warming is a term as part of some examples that represent global climate change otherwise global cooling. Increasing of global temperature supposed as a causing others changes of climate elements such as sea level rise, the extreme climate intensities (include in this case are tropical cyclone) and changes on amount and pattern of precipitation. In this paper discuss the relation between global warming and tropical cyclone events over Indonesian Maritime Continent (IMC) and surrounding areas during 2008 period based on Precipitation Radar of Tropical Rainfall Measuring Mission Satellite observation. The objective of research to know a link of global warming event and amount of monthly tropical cyclone event and that to the maximum reflectivity of rainfall in the IMC and surrounding areas, mainly in the Tropical India Ocean (5°N-5°S, 60°E-120°E) and the Western part of Tropical Pacific Ocean (5°N-5°S, 120°E-160°E). The results obtained shows that there are indication of global warming event. For the less time and space scale, in the Supadio Pontianak (0,15°S; 109,40°E) and in the Kemayoran Jakarta (6,15°S; 106,85°E) regions for the time period of 1973 to 2006 and 1951 to 2002, respectively, also shows increasing trend of surface temperature like to global warming event. The increasing trend of surface temperature in both areas represent by regression equations  $y = 0,0019x + 26,101$  and  $y = 0,0018x + 26,777$  for Pontianak and Jakarta areas, respectively. The other results, it's found about 615 time event of tropical cyclone based on TRMM satellite observation during 2008 time period, globally. In particular, for the IMC regions during April 2008 period also found many of tropical cyclone events. The tropical cyclone named as Rosie that occur in 02.30 UTC of April 22, 2008 over south west of Sunda strait (11,0°S; 104,9°E) is a tropical cyclone strongest.

**Key words** : global warming, SSTa, rainfall reflectivity, tropical cyclone

### ABSTRAK

Pemanasan global adalah istilah sebagai bagian dari beberapa contoh yang mewakili gejala perubahan iklim global, selain pendinginan global. Meningkatnya temperatur global diperkirakan akan menyebabkan perubahan-perubahan yang lain seperti naiknya permukaan air laut, meningkatnya intensitas fenomena cuaca yang ekstrim (termasuk di dalamnya adalah siklon tropis), serta perubahan jumlah dan pola presipitasi. Dalam makalah ini dibahas hubungan pemanasan global dengan kejadian siklon tropis di wilayah Benua Maritim Indonesia (BMI) dan sekitarnya periode 2008 berbasis observasi radar presipitasi satelit TRMM. Sasaran yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah diketahuinya keterkaitan pemanasan global (utamanya di wilayah-wilayah perairan/lautan yang dekat dengan BMI, yaitu Samudera India Tropis (5°LU-5°LS, 60°BT-120°BT), dan Samudera Pasifik Barat Tropis (5°LU-5°LS, 120°BT-160°BT) dengan jumlah kejadian bulanan siklon tropis dan reflektivitas maksimum butir curah hujan dalam sistem siklon tropis. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa memang terdapat indikasi pemanasan global. Untuk skala waktu dan ruang yang lebih kecil, yaitu untuk wilayah Pontianak Supadio (0,15°LS; 109,40°BT) dalam rentang pengamatan 1973-2006 dan wilayah Jakarta Kemayoran (6,15°LS; 106,85°BT) dalam rentang pengamatan 1951-2002 juga menunjukkan adanya kecenderungan kenaikan temperatur udara permukaan yang serupa dengan kecenderungan kenaikan temperatur global, masing-masing direpresentasikan dalam persamaan regresi  $y = 0,0019x + 26,101$  (Pontianak) dan  $y = 0,0018x + 26,777$  (Jakarta). Dalam kaitannya dengan kejadian siklon tropis, diperoleh gambaran bahwa selama periode 2008 dari pemantauan satelit TRMM secara global telah terjadi 615 kali siklon tropis. Khusus untuk wilayah BMI yang membentang dari 6°LU-11°LS dan 95°BT-141°BT pada periode April 2008 juga banyak terjadi siklon tropis. Siklon tropis Rosie yang terjadi pada 22 April 2008 jam 02.30 UTC (sesuai dengan jam 09.30 WIB) yang berlokasi di 11,0°LS; 104,9°BT (kurang lebih berada di Samudera India di sebelah barat daya Selat Sunda) merupakan siklon tropis terdahsyat.

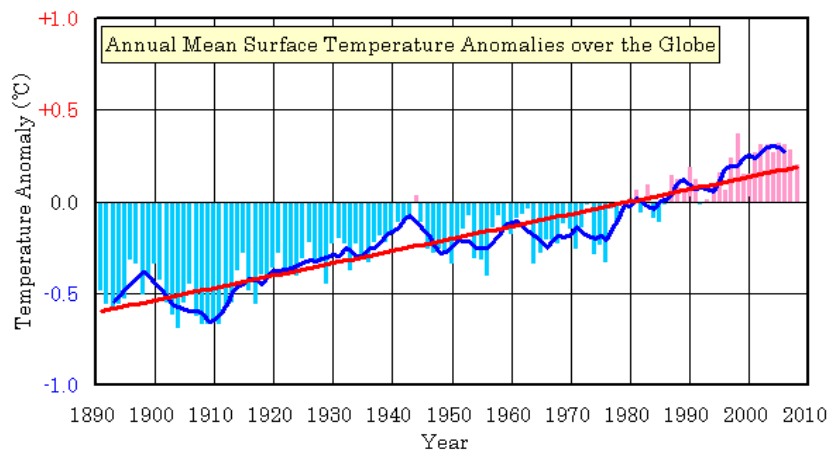
**Kata kunci** : pemanasan global, anomali suhu muka laut, reflektivitas hujan, siklon tropis.

## 1. Pendahuluan

Pemanasan global (*global warming*) adalah istilah sebagai bagian dari beberapa contoh yang mewakili gejala perubahan iklim global, selain pendinginan global (*global cooling*). Pemanasan global dapat pula dikatakan sebagai kejadian meningkatnya temperatur rata-rata atmosfer, laut dan daratan bumi. Saat ini, bermakna sebagai ekspresi yang berkaitan dengan gejala pemanasan dari dampak kegiatan manusia. Sepanjang sejarah keberadaan bumi dari asal sejak 4,7 milyar tahun lalu hingga saat ini, bumi mengalami perubahan tetap maupun berulang tergantung pada gejala apa penyebabnya. UNFCCC (*United Nations Framework Convention on Climate Change*) mempergunakan istilah perubahan iklim sebagai perubahan yang diakibatkan oleh manusia, sementara variabilitas iklim untuk istilah perubahan oleh sebab lain. Sedang istilah “pemanasan global antropogen” dipakai untuk yang berkaitan dengan perubahan akibat kegiatan manusia.

Perubahan global (*global change*) adalah istilah yang dipakai untuk menyatakan kejadian perubahan berskala luas menyangkut semua unsur alam yang ada pada bumi dan lingkup astronomis yang lebih luas, setidaknya sistem matahari. Perubahan lingkungan global yang berkaitan erat dengan jaringan yang sangat kompleks dari implikasi-implikasi sosial, ekonomi, politik dan ilmiah ini tak terlepas dari komponen-komponen pembentuk dalam sistem iklim planet bumi kita, yang secara umum terdiri dari : atmosfer, litosfer, hidrosfer, kriosfer dan biosfer. Atmosfer adalah lapisan gas atau campuran gas yang menyelimuti dan terikat pada bumi oleh gaya gravitasi bumi. Atmosfer ini merupakan komponen peubah utama dalam sistem iklim bumi. Litosfer adalah massa daratan dari permukaan bumi yang terdiri atas pegunungan, batuan, sedimen, serta tanah permukaan dan cekungan lautan. Hidrosfer adalah air (cair) yang terdistribusikan pada permukaan bumi. Termasuk disini adalah lautan, danau, sungai, dan air tanah. Dari semua bentuk hidrosfer, lautan memegang peranan yang paling penting dalam ragam iklim. Lautan menyerap bagian terbesar radiasi matahari yang mencapai permukaan bumi dan juga merupakan tandon energi panas (bahang) yang besar. Kriosfer adalah massa es dan endapan salju, termasuk disini adalah lapisan es benua, gletser pegunungan, es lautan, tutupan salju permukaan, es danau dan es sungai. Biosfer mencakup tumbuhan dan makhluk hidup di darat, di laut, dan di udara. Semuanya peka dan sebaliknya dapat mempengaruhi perubahan iklim. Ke-lima komponen dalam sistem iklim ini saling berinteraksi dengan berbagai cara. Pertukaran energi panas (bahang) dapat melalui penyerapan serta pemancaran radiasi, perpindahan udara, penguapan serta kondensasi, atau pun penguapan. Pertukaran materi berlangsung antara daratan, permukaan es atau lautan. Materi yang dipertukarkan berupa air, gas karbondoksida ( $\text{CO}_2$ ). Selain itu, permukaan merupakan pula sumber penting dari partikel yang melayang di udara, seperti partikel garam dari percikan air laut, debu dari daratan dan letusan gunung api. Partikel-partikel ini pada gilirannya dapat mengalami proses radiatif di dalam atmosfer yang berdampak pada iklim. Selain interaksi antara komponen sistem iklim, yang dinamakan proses internal atau proses dalam, sistem iklim mendapat pula pengaruh yang berasal dari matahari dan konfigurasi atau distribusi daratan dan lautan pada permukaan bumi. Keduanya merupakan masukan (input) pada sistem iklim.

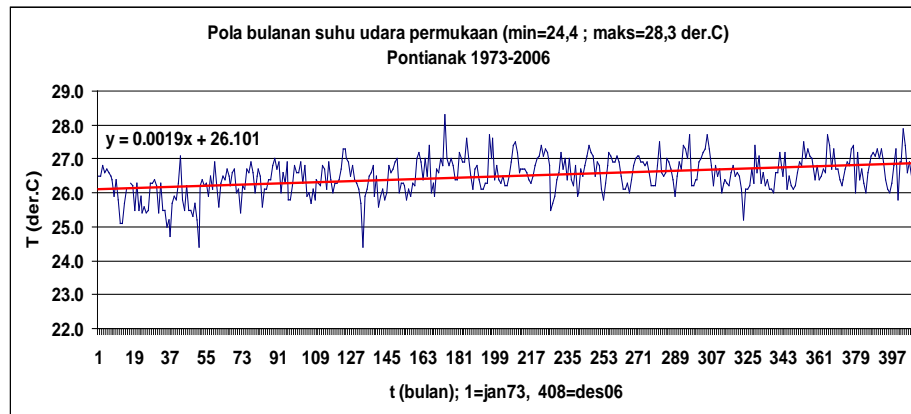
Anomali temperatur rata-rata global tahunan sampai dengan tahun 2008 terhadap normal klimatologis 1971–2000 dalam rentang pengamatan kumulatif 1891 sampai 2008 menunjukkan adanya anomali  $+0,20^\circ\text{C}$  (anomali positif tertinggi ke-10 dalam rentang 1891-2008). Selama seratus tahun terakhir kecenderungan kenaikan temperatur rata-rata global tersebut adalah  $0,67^\circ\text{C}$ . (TCC JMA, 2009). Perhatikan gambar (1.1.) berikut.



(TCC JMA, 2009).

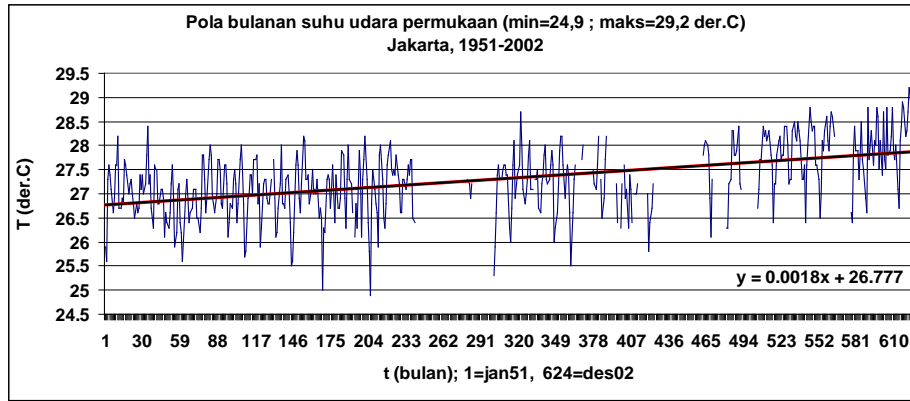
Gambar (1.1.) : Anomali temperatur rata-rata global tahunan di tahun 2008 terhadap normal 1971–2000 dalam rentang pengamatan kumulatif tahun 1891 sampai 2008, menunjukkan adanya kenaikan sebesar  $0,67^{\circ}\text{C}$  selama 100 tahun terakhir, dan nilai anomali sebesar  $+0,20^{\circ}\text{C}$ . Bar dalam gambar di atas menunjukkan anomali tiap-tiap tahunnya, sedang garis biru menunjukkan pola rata-rata tiap 5 tahunannya, dan garis merah menunjukkan kecenderungan kenaikan selama rentang pengamatan 1891-2008. (TCC JMA, 2009).

Untuk skala waktu dan ruang yang lebih kecil, yaitu untuk wilayah Pontianak Supadio ( $0,15^{\circ}\text{LS}$ ;  $109,40^{\circ}\text{BT}$ ) dalam rentang pengamatan 1973-2006 dan wilayah Jakarta Kemayoran ( $6,15^{\circ}\text{LS}$ ;  $106,85^{\circ}\text{BT}$ ) dalam rentang pengamatan 1951-2002 Suryantoro dan Siswanto (2008) juga menunjukkan adanya kecenderungan kenaikan temperatur udara permukaan yang serupa dengan kecenderungan kenaikan temperatur global, sebagaimana ditunjukkan dalam gambar (1.2.a.) dan (1.2.b.) berikut :



Suryantoro dan Siswanto, (2008).

Gambar (1.2.a.) : Pola bulanan temperature udara permukaan wilayah Pontianak Supadio ( $0,15^{\circ}\text{LS}$ ;  $109,40^{\circ}\text{BT}$ ) dalam rentang pengamatan 1973-2006 dengan kecenderungan naik, sesuai dengan persamaan regresi  $y = 0,0019 x + 26,101$ .



Suryantoro dan Siswanto, (2008).

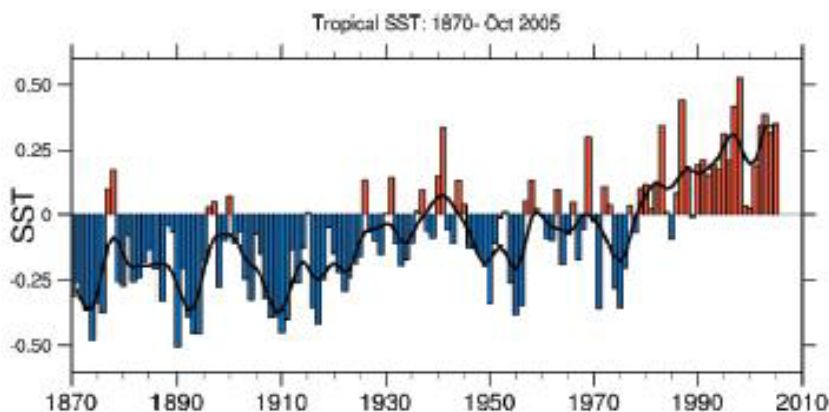
Gambar (1.2.b.) : Pola bulanan temperatur udara permukaan wilayah Jakarta Kemayoran (6,15°LS; 106,85°BT) dalam rentang pengamatan 1951-2002 dengan kecenderungan naik, sesuai dengan persamaan regresi  $y = 0,0018x + 26,777$ .

Meningkatnya temperatur global diperkirakan akan menyebabkan perubahan-perubahan yang lain seperti naiknya permukaan air laut, meningkatnya intensitas fenomena cuaca yang ekstrim (termasuk di dalamnya adalah siklon tropis), serta perubahan jumlah dan pola [presipitasi](#). (Thompson, 2007).

Dari hal-hal seperti diungkap di atas, terlihat bahwa pemahaman yang lebih mendalam tentang pemanasan global dan kaitannya dengan meningkatnya intensitas fenomena cuaca yang ekstrim (termasuk di dalamnya adalah siklon tropis), serta perubahan jumlah dan pola [presipitasi](#) merupakan hal yang penting. Hasil yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah diketahuinya keterkaitan pemanasan global (utamanya di wilayah-wilayah perairan/lautan yang dekat dengan Benua Maritim Indonesia (BMI), yaitu Samudera India Tropis (5°LU-5°LS, 60°BT-120°BT), dan Samudera Pasifik Barat Tropis (5°LU-5°LS, 120°BT-160°BT) dengan jumlah kejadian dan reflektivitas maksimum butir curah hujan dalam sistem siklon tropis. Adapun tujuan utama yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk meminimalisasi dampak buruk siklon tropis terhadap kehidupan manusia dengan mengoptimalkan pemanfaatan data siklon tropis yang teramati dari satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) dan dengan peningkatan akurasi prediksi posisi dan kejadian siklon tropis.

## 2. Tinjauan Pustaka

Tjasyono (2004) mengungkapkan syarat yang diperlukan, baik kondisi geografis maupun klimatologis dalam pembentukan siklon tropis adalah adanya suhu permukaan laut cukup panas ( $> 26^{\circ}\text{C}$ ). Udara pada lapisan bawah lembab. Udara ini menyebar naik dan lebih panas daripada atmosfer lingkungan sampai pada ketinggian 12 km. Parameter Coriolis harus lebih besar dari nilai minimum yang terdapat pada lintang sekitar  $5^{\circ}$  belahan bumi utara dan selatan. Jika gaya Coriolis lemah, maka siklon tropis tidak terbentuk. Syarat siklon tropis lainnya adalah adanya geser angin vertikal (*vertical wind shear*) lemah didalam arus troposferik yang tebal. Geser troposferik yang representatif adalah geser angin yang diukur antara ketinggian 950 hPa dan 200 hPa. Ketinggian 950 hPa dianggap sebagai paras kondensasi rata-rata di daerah lautan tropis. Selanjutnya, terdapat rotasional nisbi pada lapisan bawah. Siklon tropis membutuhkan kontribusi secara terus menerus untuk memberi perbekalan energi. Perbekalan energi ini terletak dalam konvergensi arus udara. Kelembapan udara pada troposfer menengah cukup besar, dan terdapat aktivitas kumululus memompa uap air ke dalam lapisan yang lebih tinggi. Disisi lain, Rayner et al (2003) dalam Anthes et al (2006) saat melakukan analisis temperatur muka laut, es lautan, temperatur udara dekat permukaan laut saat malam hari pada akhir abad 19 menunjukkan adanya kenaikan temperatur muka laut yang signifikan (sekitar  $0,5^{\circ}\text{C}$ ) sejak tahun 1970, sebagaimana ditunjukkan dalam gambar (2.3.) berikut :



(Rayner et al, 2003 dalam Anthes et al, 2006).

Gambar (2.3.) : Anomali Suhu Muka Laut Tropis ( $20^{\circ}$  LU- $20^{\circ}$  LS) dalam rentang pengamatan 1870 sampai Oktober 2005 dengan penekanan adanya variasi dekadal (disajikan dengan garis penuh pada grafik di atas) dan menunjukkan adanya kenaikan sekitar  $0,5^{\circ}\text{C}$  utamanya sejak tahun 1970. (Rayner et al, 2003 dalam Anthes et al, 2006).

Lebih jauh, Anthes et al (2006) mengungkapkan bahwa, pengamatan akhir-akhir ini mengindikasikan adanya peningkatan intensitas siklon tropis akibat adanya pemanasan global. Dari studi dengan memanfaatkan model sirkulasi atmosfer global, Knutson dan Tuleya (2004) menunjukkan adanya peningkatan intensitas paling tidak pada dua elemen iklim yaitu kecepatan angin dan curah hujan yang sangat erat berkaitan dengan jumlah, lintasan, dan intensitas siklon tropis. Perubahan suhu muka laut (SST : Sea Surface Temperature) proyeksi di tiga daerah lautan basis siklon tropis (Samudera Pasifik Barat Laut, Samudera Atlantik dan samudera Pasifik Timur Laut) bervariasi sekitar  $0,8^{\circ}\text{C}$  sampai  $2,4^{\circ}\text{C}$ . Perubahan suhu muka laut di ketiga daerah lautan basis siklon tropis ini menghasilkan peningkatan 6% terhadap kecepatan angin maksimum dalam sistem siklon tropis.

Dalam kaitannya dengan topik penelitian ini, maka keterkaitan pemanasan global (utamanya di wilayah-wilayah perairan / lautan yang dekat dengan Benua Maritim Indonesia (BMI), dengan jumlah kejadian dan reflektivitas maksimum butir curah hujan dalam sistem siklon tropis yang ditinjau dibatasi pada 2 daerah utama siklon tropis yaitu Samudera India Tropis ( $5^{\circ}\text{LU}$ - $5^{\circ}\text{LS}$ ,  $60^{\circ}\text{BT}$ - $120^{\circ}\text{BT}$ ), dan Samudera Pasifik Barat Tropis ( $5^{\circ}\text{LU}$ - $5^{\circ}\text{LS}$ ,  $120^{\circ}\text{BT}$ - $160^{\circ}\text{BT}$ ).

### 3. Data dan metode

Data yang digunakan untuk penelusuran ataupun indikator kecenderungan pemanasan global meliputi data temperatur udara global perioda pengamatan 1891 sampai Desember 2008 (TCC JMA, 2009) sebagaimana ditunjukkan dalam gambar (1.1.) di atas; dan data anomali suhu muka laut tropis ( $20^{\circ}$  LU- $20^{\circ}$  LS) dalam rentang pengamatan 1870 sampai Oktober 2005 dengan penekanan adanya variasi dekadal (Rayner et al, 2003 dalam Anthes et al, 2006) yang ditunjukkan pada gambar (2.3.) di atas; serta data suhu udara permukaan untuk skala waktu dan ruang yang lebih kecil, yaitu untuk wilayah Pontianak Supadio ( $0,15^{\circ}\text{LS}$ ;  $109,40^{\circ}\text{BT}$ ) dalam rentang pengamatan 1973-2006 dan wilayah Jakarta Kemayoran ( $6,15^{\circ}\text{LS}$ ;  $106,85^{\circ}\text{BT}$ ) dalam rentang pengamatan 1951-2002 (Suryantoro dan Siswanto, 2008) sebagaimana ditunjukkan dalam gambar (1.2.a.) dan (1.2.b.) di atas. Sedang data yang digunakan untuk analisis keterkaitan pemanasan global (utamanya di wilayah-wilayah perairan / lautan yang dekat dengan Benua Maritim Indonesia (BMI), dengan jumlah kejadian dan reflektivitas maksimum butir curah hujan dalam sistem siklon tropis yang ditinjau adalah data suhu muka laut dan anomalnya untuk wilayah samudera India tropis ( $5^{\circ}\text{LU}$ - $5^{\circ}\text{LS}$ ,  $60^{\circ}\text{BT}$ - $120^{\circ}\text{BT}$ ) dan samudera Pasifik barat tropis ( $5^{\circ}\text{LU}$ - $5^{\circ}\text{LS}$ ,  $120^{\circ}\text{BT}$ - $160^{\circ}\text{BT}$ ) perioda pengamatan 1950-2008 dari TCC (Tokyo Climate Center) Jepang, dan data reflektivitas maksimum butir curah hujan sensor PR (*Precipitation Radar*) satelit TRMM (*Tropical Rainfall Measuring Mission*) saat terjadi siklon tropis dari TRMM (*Tropical Rainfall Measuring*



Mission) GSFC (Goddard Space Flight Center) NASA (National Aeronautics and Space Administration) periode Januari 2008-Desember 2008.

([http://trmm.gsfc.nasa.gov/trmm\\_rain/Events/auto\\_pr\\_slice.html...01/01/2009](http://trmm.gsfc.nasa.gov/trmm_rain/Events/auto_pr_slice.html...01/01/2009);

[http://trmm.gsfc.nasa.gov/trmm\\_rain/Events/auto\\_pr\\_slice.log.html...01/01/2009](http://trmm.gsfc.nasa.gov/trmm_rain/Events/auto_pr_slice.log.html...01/01/2009)).

Seberapa jauh keterkaitan pemanasan global (utamanya di wilayah-wilayah perairan / lautan yang dekat dengan Benua Maritim Indonesia (BMI), dengan jumlah kejadian dan reflektivitas maksimum butir curah hujan dalam sistem siklon tropis yang ditinjau tersebut dapat diketahui dengan menggunakan analisis regresi linier dan mencari nilai korelasi yang menunjukkan keeratan diantara data-data tersebut. Dalam hal ini SST dan SSTA di Samudera India dan Pasifik Barat Tropis masing-masing sebagai *peubah input* sedang jumlah kejadian siklon tropis (n) dan reflektivitas maksimum butir curah hujan (dBZ) saat terjadi siklon tropis di wilayah Samudera India dan Pasifik Barat Tropis masing-masing sebagai *peubah respon*. Sudjana (1996) dalam Hermawan dan Handayati (2007) memberikan batasan dan kriteria besarnya koefisien korelasi sebagaimana ditunjukkan dalam tabel (3.1.) berikut :

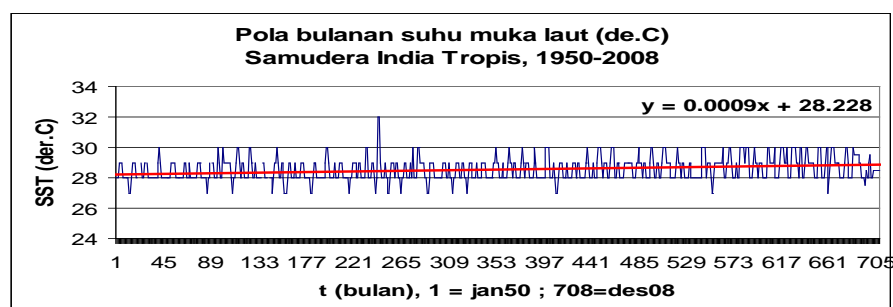
Tabel (3.1.) : Kriteria dan batasan koefisien korelasi

Rentang	Kriteria
$0,80 \leq r \leq 1,00$	Sangat baik
$0,60 \leq r < 0,80$	Baik
$0,40 \leq r < 0,60$	Cukup baik
$0,20 \leq r < 0,40$	Buruk
$r < 0,20$	Sangat buruk

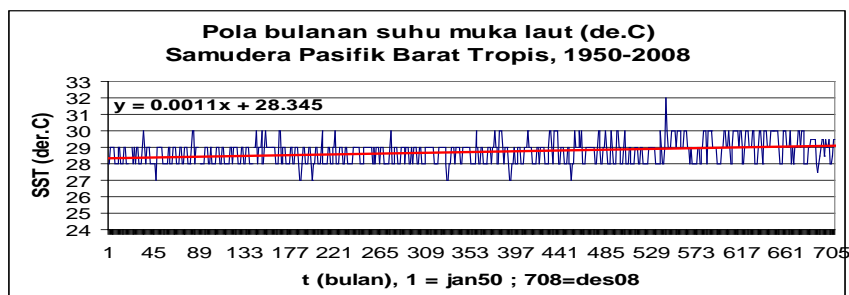
Sudjana (1996) dalam Hermawan dan Handayati (2007)

#### 4. Hasil dan analisis

Hasil penelitian yang berupa penelusuran indikator pemanasan global di wilayah samudera India tropis ( $5^{\circ}\text{LU}-5^{\circ}\text{LS}$ ,  $60^{\circ}\text{BT}-120^{\circ}\text{BT}$ ) dan samudera Pasifik barat tropis ( $5^{\circ}\text{LU}-5^{\circ}\text{LS}$ ,  $120^{\circ}\text{BT}-160^{\circ}\text{BT}$ ) periode pengamatan 1950-2008 yang disajikan dalam bentuk grafik pola bulanan suhu muka laut pada rentang daerah dan waktu tersebut, sebagaimana terdapat dalam gambar (4.4.a.) dan (4.4.b.) berikut ini menunjukkan bahwa dalam rentang pengamatan 58 tahun di kedua daerah (samudera India dan Pasifik Barat tropis) memang mengalami kecenderungan menaik, masing-masing dinyatakan dalam persamaan regresi linier berikut,  $y = 0,0009x + 28,228$  (untuk samudera India tropis) dan  $y = 0,0011x + 28,345$ . Dari ke dua persamaan regresi linier ini terlihat bahwa wilayah samudera Pasifik Barat tropis memiliki kecenderungan suhu muka laut naik lebih besar bila dibandingkan dengan wilayah samudera India tropis.

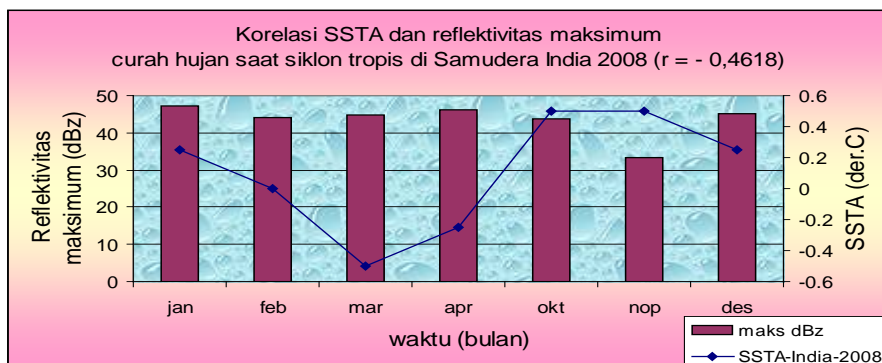


Gambar (4.4.a.) : Pola bulanan suhu muka laut wilayah samudera India tropis ( $5^{\circ}\text{LU}-5^{\circ}\text{LS}$ ,  $60^{\circ}\text{BT}-120^{\circ}\text{BT}$ ) pada rentang 1950-2008, yang menunjukkan adanya kecenderungan naik, sesuai dengan persamaan regresi linier  $y = 0,0009x + 28,228$ .

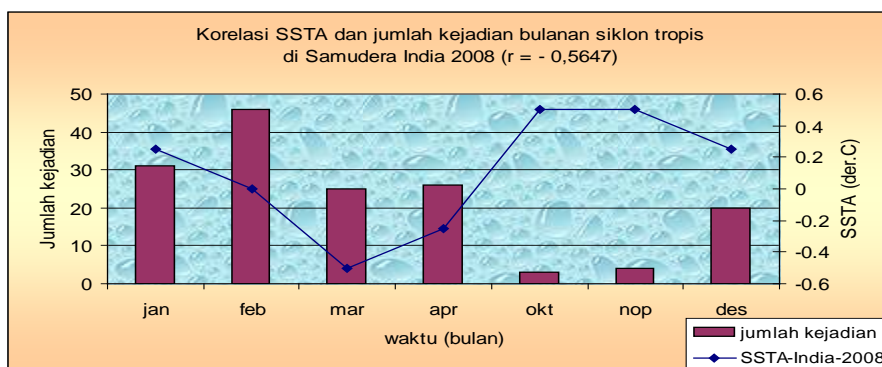


Gambar (4.4.b.) : Pola bulanan suhu muka laut wilayah samudera Pasifik Barat tropis (5°LU-5°LS, 120°BT-160°BT) pada rentang 1950-2008, yang menunjukkan adanya kecenderungan naik, sesuai dengan persamaan regresi linier  $y = 0,0011x + 28,345$ .

Sedangkan korealsi antara anomali suhu muka laut (SSTA : *Sea Surface Temperature Anomaly*) di Samudera India Tropis (5°LU-5°LS, 60°BT-120°BT) dengan reflektivitas maksimum curah hujan periode Januari-Desember 2008 dan korelasi antara anomali suhu muka laut (SSTA : *Sea Surface Temperature Anomaly*) dengan jumlah kejadian bulanan siklon tropis di rentang waktu dan daerah yang sama, masing-masing ditunjukkan dalam gambar (4.5.a.) dan (4.5.b.) berikut.



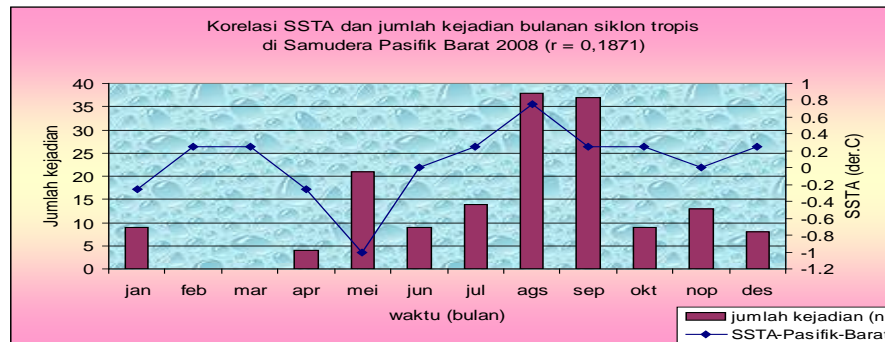
Gambar (4.5.a.) : Korealsi antara anomali suhu muka laut (SSTA : *Sea Surface Temperature Anomaly*) di Samudera India Tropis (5°LU-5°LS, 60°BT-120°BT) dengan reflektivitas maksimum curah hujan saat terjadi siklon tropis periode Januari-Desember 2008; dengan nilai koefisien korelasi cukup baik, yaitu  $r = - 0,4618$ .



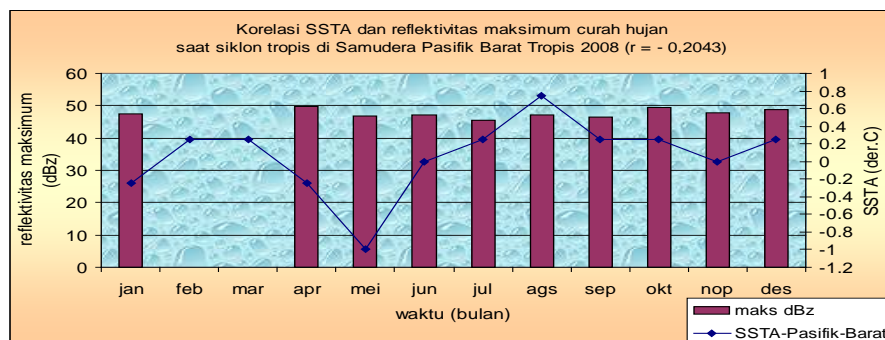
Gambar (4.5.b.) : Korealsi antara anomali suhu muka laut (SSTA : *Sea Surface Temperature Anomaly*) di Samudera India Tropis (5°LU-5°LS, 60°BT-120°BT) dengan jumlah kejadian bulanan siklon tropis periode Januari-Desember 2008; dengan nilai koefisien korelasi cukup baik, yaitu  $r = - 0,5647$ .

Dari gambar (4.5.a.) dan (4.5.b.) tersebut di atas terlihat bahwa antara anomali suhu muka laut (SSTA : *Sea Surface Temperature Anomaly*) di Samudera India Tropis (5°LU-5°LS, 60°BT-120°BT) dengan reflektivitas maksimum curah hujan saat terjadi siklon tropis periode Januari-Desember 2008; dengan nilai koefisien korelasi cukup baik, yaitu  $r = - 0,4618$ . Demikian pula halnya, korealsi antara anomali suhu muka laut (SSTA : *Sea Surface Temperature Anomaly*) di Samudera India Tropis (5°LU-5°LS, 60°BT-120°BT) dengan jumlah kejadian bulanan siklon tropis

periode Januari-Desember 2008; juga menunjukkan nilai koefisien korelasi cukup baik, yaitu  $r = -0,5847$ . Hal ini sekaligus mengindikasikan bahwa secara fisis memang terdapat hubungan yang erat antara anomali suhu muka laut (SSTA : *Sea Surface Temperature Anomaly*) di Samudera India Tropis ( $5^{\circ}\text{LU}-5^{\circ}\text{LS}$ ,  $60^{\circ}\text{BT}-120^{\circ}\text{BT}$ ) dengan reflektivitas maksimum curah hujan saat terjadi siklon tropis dan dengan jumlah kejadian bulanan siklon tropis periode Januari-Desember 2008.



Gambar (4.5.c) : Korealsi antara anomali suhu muka laut (SSTA : *Sea Surface Temperature Anomaly*) di Samudera Pasifik Barat Tropis ( $5^{\circ}\text{LU}-5^{\circ}\text{LS}$ ,  $120^{\circ}\text{BT}-160^{\circ}\text{BT}$ ) dengan reflektivitas maksimum curah hujan saat terjadi siklon tropis periode Januari-Desember 2008; dengan nilai koefisien korelasi kurang baik, yaitu  $r = 0,1871$ .



Gambar (4.5.d) : Korealsi antara anomali suhu muka laut (SSTA : *Sea Surface Temperature Anomaly*) di Samudera Pasifik Barat Tropis ( $5^{\circ}\text{LU}-5^{\circ}\text{LS}$ ,  $120^{\circ}\text{BT}-160^{\circ}\text{BT}$ ) dengan jumlah kejadian bulanan siklon tropis periode Januari-Desember 2008; dengan nilai koefisien korelasi juga kurang baik, yaitu  $r = - 0,2043$ .

Dengan diperolehnya nilai korelasi antara anomali suhu muka laut (SSTA : *Sea Surface Temperature Anomaly*) di Samudera Pasifik Barat Tropis ( $5^{\circ}\text{LU}-5^{\circ}\text{LS}$ ,  $120^{\circ}\text{BT}-160^{\circ}\text{BT}$ ) dengan reflektivitas maksimum curah hujan saat terjadi siklon tropis periode Januari-Desember 2008; dengan nilai koefisien korelasi kurang baik, yaitu  $r = 0,1871$ . Demikian pula halnya, korealsi antara anomali suhu muka laut (SSTA : *Sea Surface Temperature Anomaly*) di Samudera Pasifik Barat Tropis ( $5^{\circ}\text{LU}-5^{\circ}\text{LS}$ ,  $120^{\circ}\text{BT}-160^{\circ}\text{BT}$ ) dengan jumlah kejadian bulanan siklon tropis periode Januari-Desember 2008; juga menunjukkan nilai koefisien korelasi kurang baik, yaitu  $r = - 0,2043$ , maka perlu kiranya ditelusuri lebih jauh lagi pada kegiatan penelitian lanjutannya tentang adanya kemungkinan waktu tunda (*lag time*) antara kejadian-kejadian anomali suhu muka laut (SSTA : *Sea Surface Temperature Anomaly*) di Samudera Pasifik Barat Tropis ( $5^{\circ}\text{LU}-5^{\circ}\text{LS}$ ,  $120^{\circ}\text{BT}-160^{\circ}\text{BT}$ ) dengan reflektivitas maksimum curah hujan saat terjadi siklon tropis periode Januari-Desember 2008; demikian halnya adanya kemungkinan waktu tunda (*lag time*) antara kejadian-kejadian anomali suhu muka laut (SSTA : *Sea Surface Temperature Anomaly*) dengan jumlah kejadian bulanan siklon tropis di rentang waktu dan daerah yang sama.

## 5. Kesimpulan

Dari analisis deret waktu data suhu udara permukaan global dan suhu muka laut daerah Samudera India Tropis dan Samudera Pasifik Barat Tropis memang terdapat indikasi pemanasan global. Untuk skala waktu dan ruang yang lebih kecil, yaitu untuk wilayah Pontianak Supadio



(0,15°LS; 109,40°BT) dalam rentang pengamatan 1973-2006 dan wilayah Jakarta Kemayoran (6,15°LS; 106,85°BT) dalam rentang pengamatan 1951-2002 juga menunjukkan adanya kecenderungan kenaikan temperatur udara permukaan yang serupa dengan kecenderungan kenaikan temperatur global. Dalam kaitannya dengan kejadian siklon tropis, selama periode 2008 dari pemantauan satelit TRMM secara global telah terjadi 615 kali siklon tropis. Khusus untuk wilayah BMI yang membentang dari 6°LU-11°LS dan 95°BT-141°BT pada periode April 2008 juga banyak terjadi siklon tropis. Siklon tropis Rosie yang terjadi pada 22 April 2008 jam 02.30 UTC (sesuai dengan jam 09.30 WIB) yang berlokasi di 11,0°LS; 104,9 °BT (kurang lebih berada di Samudera India di sebelah barat daya Selat Sunda) merupakan siklon tropis terdahsyat.

#### Daftar Pustaka :

- Anthes, R.A., R.W.Corell, G.Holland, J.W.Hurrell, M.C.Mac Cracken and K.E.Trenberth, 2006, Hurricane and Global Warming- Potential Linkages and Consequences, *Bull.Amer.Meteor.Soc.*, May 2006, 623-628.
- Hermawan, E. dan Y. Handayati, 2007, Hubungan Air Terkandung dengan Reflektivitas Radar, *Jurnal Sains Dirgantara*, vol.5 no.1, 13-26.
- [http://trmm.gsfc.nasa.gov/trmm\\_rain/Events/auto\\_pr\\_slice.html...01/01/2009](http://trmm.gsfc.nasa.gov/trmm_rain/Events/auto_pr_slice.html...01/01/2009)
- [http://trmm.gsfc.nasa.gov/trmm\\_rain/Events/auto\\_pr\\_slice.log.html...01/01/2009](http://trmm.gsfc.nasa.gov/trmm_rain/Events/auto_pr_slice.log.html...01/01/2009)
- Knutson, T.R. and R.E.Tuleya, 2004, Impact of CO<sub>2</sub>-Induced Warming on Simulated Hurricane Intesity and Precipitation : Sensitivity to the Choice of Climate Model and Convective Parameterization, *J. of Climate*, 17, 3477-3495.
- Suryantoro, A. dan B. Siswanto, 2008, Analisis Korelasi Suhu Udara Permukaan dan Curah Hujan di Jakarta dan Pontianak dengan Anomali Suhu Permukaan di Samudera India dan Pasifik Barat Tropis dalam Kerangka Osilasi Dua Tahunan Troposfer (TBO), *Jurnal Sains Dirgantara*, vol.6 no.1, 1-21.
- Thompson, Andrea, 2007, [NASA: Global Warming to Cause More Severe Tornadoes, Storms](#), *Fox News*, September 04, 2007, dari <http://www.foxnews.com/story/0,2933,295272,00.html...22/01/2009>
- Tjasyono, B.H.K., 2004, *Klimatologi*, Penerbit ITB, 17-23; 87-104.
- Tokyo Climate Center (TCC), Japan Meteorological Agency (JMA), 2009, Global Average Surface Temperature Anomalies 1891-2008, dari : [http://ds.data.jma.go.jp/tcc/tcc/products/gwp/temp/ann\\_wld.html..01/30/2009](http://ds.data.jma.go.jp/tcc/tcc/products/gwp/temp/ann_wld.html..01/30/2009)
- Tokyo Climate Center (TCC), Japan Meteorological Agency (JMA), 2009, Global Monthly Mean Sea Surface Temperature (and Anomalies) 1950-2008, dari : [http://ds.data.jma.go.jp/tcc/tcc/products/elnino/ocean/sst-global\\_tcc.html...02/02/2009](http://ds.data.jma.go.jp/tcc/tcc/products/elnino/ocean/sst-global_tcc.html...02/02/2009)